

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-180355  
(43)Date of publication of application : 11.07.1997

(51)Int.Cl. G11B 19/02  
G11B 21/08  
G11B 21/10

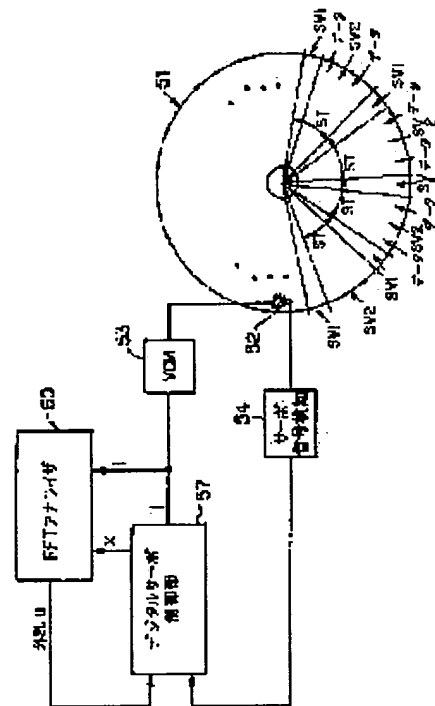
(21)Application number : 07-338614 (71)Applicant : FUJITSU LTD  
(22)Date of filing : 26.12.1995 (72)Inventor : ABE YUKIO  
IKENOTANI KOJI  
TSUBOI TAKEHIKO

## (54) DISK DEVICE AND FREQUENCY CHARACTERISTIC OBSERVING METHOD

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To correctly measure the frequency characteristic of the vicinity of the mechanical resonance point of a disk device.

SOLUTION: Servo information are written on a magnetic disk 51 with the interval (the N-fold sampling frequency) of the one Nth of the position control cycle at the time of reading/writing of data. At the time of measuring the frequency characteristic, a servo control part 57 generates a position signal from a reference position by the servo information in a first sampling and operates a current command value driving an actuator by the position signal and performs a processing controlling the actuator by the current command value. Moreover, the control part 57 performs processings generating the position signals, but the part 57 does not execute operation of current command values. Besides, an FFT analyzer 60 inserts the signal of external perturbation having prescribed frequencies into a digital servo system and also calculates the frequency characteristic of the servo system by respectively fetching the position signals (x) and actuator driving currents (i) generated based on respective servo information with a double sampling frequency and outputs it.



[Date of request for examination] 24.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3299098

[Date of registration] 19.04.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-180355

(43) 公開日 平成9年(1997)7月11日

(51) Int.Cl.*	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 19/02	5 0 1		G 1 1 B 19/02	5 0 1 S
21/08			21/08	E
21/10		8524-5D	21/10	A

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平7-338614  
 (22) 出願日 平成7年(1995)12月26日

(71) 出願人 000005223  
 富士通株式会社  
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号  
 (72) 発明者 阿部 幸雄  
 山形県東根市大字東根元東根字大森5400番2(番地なし) 株式会社山形富士通内  
 (72) 発明者 池ノ谷 浩二  
 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内  
 (72) 発明者 坪井 猛彦  
 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内  
 (74) 代理人 弁理士 斉藤 千幹

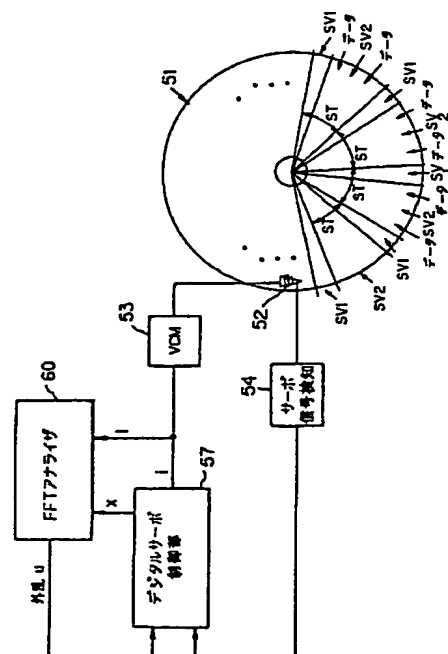
(54) 【発明の名称】 ディスク装置及び周波数特性観測方法

## (57) 【要約】

【課題】 ディスク装置のメカ的共振点付近の周波数特性を正確に測定できるようにする。

【解決手段】 磁気ディスク51にサーボ情報をデータ読み/書き時の位置制御周期の1/Nの間隔(N倍のサンプリング周波数)で書き込んでおき、周波数特性測定に際して、サーボ制御部57は第1サンプリングにおけるサーボ情報により基準位置からの位置信号を生成し、該位置信号によりアクチュエータを駆動する電流指令値を演算し、該電流指令値によりアクチュエータを制御する処理を行う。又、第2～第Nサンプリングにおけるサーボ情報により前記位置信号の生成処理を行うが電流指令値の演算は行わない。一方、FFTアナライザ60は、所定周波数の外乱信号をデジタルサーボ系に挿入すると共に、各サーボ情報に基づいて生成した位置信号xとアクチュエータ駆動電流iを倍サンプリング周波数でそれぞれ取り込んでサーボ系の周波数特性を求めて出力する。

本発明の原理説明図



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ディスク上にサーボ領域とデータ領域を備え、サーボ領域に記録されているサーボ情報を用いてアクチュエータを制御してヘッドを目的の位置に移動あるいは位置決めするディスク装置において、ヘッド位置制御用の第 1 のサーボ情報と周波数特性を観測するための第 2 のサーボ情報を書き込んでなるディスクを備えたことを特徴とするディスク装置。

【請求項 2】 第 2 のサーボ情報は第 1 のサーボ情報のサンプリング周期の  $1/N$  ( $N$  は 2 以上の整数) の周期で書き込んでなることを特徴とする請求項 1 記載のディスク装置。

【請求項 3】 ディスク上にサーボ領域とデータ領域を備え、サーボ領域に記録されているサーボ情報を用いてアクチュエータを制御してヘッドを目的の位置に移動あるいは位置決めするディスク装置において、データ読み/書き時における位置制御周期の  $1/N$  ( $N$  は 2 以上の整数) の周期であるサンプリング周期でサーボ情報を書き込んでなるディスクを備えたことを特徴とするディスク装置。

【請求項 4】 第 1 サンプリングにおけるサーボ情報により基準位置からの位置信号を生成し、該位置信号によりアクチュエータを駆動する電流指令値を演算して該アクチュエータを制御する処理を行い、第 2 ～ 第  $N$  サンプリングにおけるサーボ情報により前記位置信号の生成処理を行うサーボ制御部を備えたことを特徴とする請求項 3 記載のディスク装置。

【請求項 5】 ディスクのデータゾーン以外の領域に、データゾーンにおけるサーボ情報のサンプリング周期の  $1/N$  のサンプリング周期でサーボ情報を書き込むことを特徴とする請求項 3 記載のディスク装置。

【請求項 6】 ディスク上にサーボ領域とデータ領域を備え、サーボ領域に記録されているサーボ情報を用いてアクチュエータを制御してヘッドを目的の位置に移動あるいは位置決めするディスク装置におけるサーボ系の周波数特性観測方法において、ディスク装置にサーボ系の周波数特性を観測する周波数特性アナライザを接続し、かつ、データ読み/書き時における位置制御周期の  $1/N$  ( $N$  は 2 以上の整数) の周期であるサンプリング周期でサーボ情報をディスクに書き込み、

ディスク装置のサーボ制御部は、第 1 サンプリング点におけるサーボ情報により基準位置からの位置信号を生成すると共に、該位置信号によりアクチュエータを駆動する電流指令値を演算し、該電流指令値に基づいて該アクチュエータを制御し、第 2 ～ 第  $N$  サンプリング点におけるサーボ情報により前記位置信号の生成処理を行い、周波数特性アナライザは、所定周波数の外乱信号をサーボ系に挿入すると共に、各サーボ情報に基づいて生成した位置信号とアクチュエータ駆動電流をそれぞれ前記サ

ンプリング周期で取り込んでサーボ系の周波数特性を求めて出力することを特徴とする周波数特性観測方法。

【請求項 7】 ディスクのデータゾーン以外の領域にデータゾーンにおけるサーボ情報のサンプリング周期の  $1/N$  のサンプリング周期でサーボ情報を書き込み、周波数特性の観測に際してヘッドを前記データゾーン以外の領域に位置決めすることを特徴とする請求項 6 記載の周波数特性観測方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はディスク装置及び周波数特性観測方法に係わり、特に、ディスク上にサーボ領域とデータ領域を備え、サーボ領域に記録されているサーボ情報を用いてアクチュエータを制御してヘッドを目的の位置に移動あるいは位置決めするサーボ系を備えたディスク装置及びサーボ系の周波数特性観測方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 磁気ディスク装置においては、磁気ヘッドをディスク上の所定位置に位置決めしてデータのリード/ライトを行なうようになっている。図 7 は磁気ディスク装置の構成図であり、1 はカバー、2 はベースである。スピンドル機構 3 には所定枚数の記録媒体である磁気ディスク 4 が所定間隔で並設されて取り付けられ、磁気ディスク 4 の近傍には、回転軸 (シャフト) 5 により回動自在に構成されたアクチュエータアッセンブリ 6 が設けられている。アクチュエータアッセンブリ 6 は、回転軸 5 に関して一方が駆動部 (アクチュエータ) 7、他方がキャリッジアーム 8 となっており、駆動部 7 にはボイスコイルモータを構成するボイスコイル 9 が設けられている。キャリッジアーム 8 は磁気ディスク 4 の枚数に応じた数が設けられ、その先端取付け部の両面又は片面に磁気ヘッドアッセンブリ 8 a が装着され、磁気ヘッド 8 b を磁気ディスク 4 の半径方向所定位置に位置決めするようになっている。

【0003】 セクタサーボ方式 (データ面サーボ方式) における磁気ディスク 4 のディスク面には多数のトラックが形成され、各トラックは複数のセクタに分割されている。それぞれのセクタは図 8 に示すようにサーボ領域 SVA とデータ領域 DTA を備え、サーボ領域 SVA にはセクタマーク (サーボマーク) SM、トラック番号 TNO.、位置情報パターン PPT が記録されている。位置情報パターン PPT は図 9 に示すように半径方向に一定間隔 (例えばトラック幅 P) で、互い違いに所定記録周波数のバーストパターン BP1、BP2 を記録することにより形成されている。尚、トラック TR はサーボ領域 SVA の半径方向幅 2P の中央部に幅 P で形成される。これは、幅 P の領域外では、バーストパターン BP1 ～ BP2 を読み取った際のヘッド出力とトラック中心からの偏差の関係が線形でなくなり、正確なトラッキング

グやデータのリード／ライトができなくなるからである。

【0004】以上の位置情報パターンによれば、ヘッドHDがトラック中心に位置する場合には、バーストパターンBP1、BP2より読み取ったヘッド出力のピーク値PA、PBが等しくなり、ヘッドがトラック中心からずれるに従ってピーク値の差が大きくなる。従って、

(PA-PB)をヘッドのトラック中心からの位置信号あるいは位置偏差信号とすることができ、該位置偏差信号(PA-PB)を零とするようにトラッキングサーボ系を構成すれば、ヘッドを常にトラック中心に位置決めすることができ、正確にデータのリード／ライトが可能となる。

【0005】又、磁気ディスク装置では現トラック位置\*

$$Va = \{(TN(n) + PES(n)) - (TN(n+1) + PES(n+1))\} / Ts \quad (1)$$

により、ヘッドの実速度を算出する。

【0006】図10はセクタサーボ方式におけるヘッド位置決めシステムの構成図である。11はデジタルサーボ制御部、12はサーボ制御部から出力されるデジタルのサーボ信号をアナログに変換するDA変換器、13は

パワーアンプ、14はヘッドを半径方向に移動させるためのボイスコイルモータ(VCM)、15はヘッドアクチュエータ、16はヘッド(HD)、17はサーボ信号検出部、19は積分出力を所定のサンプリングタイミングでデジタル値にAD変換するAD変換器である。

【0007】デジタルサーボ制御部11において、11aは位置信号発生部であり、第1～第2の位置情報パターン信号BP1～BP2を読み取って復調した信号のそれぞれの積分値をPA、PBとすると、ヘッド位置信号xを(PA-PB)より求めて出力する。11bは実速度信号発生部であり、(1)式に基づいてヘッドの半径方向の実速度Vaを算出するもの、11cはヘッド出力よりサーボ領域に書き込まれているトラック番号を復調するトラック番号復調部、11dはヘッド現在位置(トラック番号)と目標トラック間でのトラック数を監視する差トラック数監視部、11eはヘッド現在位置と目標トラック位置までのトラック数に基づいて所定の指令速度(目標速度)を出力する目標速度発生器、11fは目標速度と実速度の差信号Vdを出力する演算部、11gはスイッチ、11haはスイッチ11gから出力される信号に基づいて電流指令値を演算して出力するサーボ補償部である。スイッチ11gは、ヘッドが目標トラック上に到達するまで演算部11fから出力される速度偏差信号Vdを出力し、ヘッドが目標トラック上にきたとき、位置信号発生部11aから出力される位置信号xを出力する。デジタルサーボ制御部11はデジタル・シグナルプロセッサDSPやマイクロ・プロセッサユニットMPU等で構成することができる。

【0008】目標位置が入力されると、差トラック数監視部11dは目標トラックまでのトラック数を計算し、

\*から目標トラック位置にヘッドを位置決めすることが行なわれる。かかるヘッドの位置決め制御においては、まず、目標トラックまでのトラック数に応じた指令速度を発生し、実速度が該指令速度と一致するように速度制御を行なう。そして、目標トラック上にヘッドがきたとき、速度制御から位置制御に切り替え、位置偏差信号が零となるようにヘッドをトラック中心位置に位置制御する。この場合に必要となるヘッドの実速度Vaは以下のようにして求めている。すなわち、現セクタ(n)における位置偏差信号(PA-PB)をPES(n)、トラック番号をTN(n)、又、次のセクタ(n+1)における位置偏差信号(PA-PB)をPES(n+1)、トラック番号をTN(n+1)、隣接セクタへヘッドが移動する周期(セクタ周期)Tsとすれば、次式

目標速度発生器11eは該トラック数に基づいて目標速度を発生する。スイッチ11gは速度差信号Vdを選択して出力し、サーボ補償部11hはスイッチ出力を用いて指令電流値を演算して出力する。該電流指令値はDA変換、パワー増幅された後、ボイスコイルモータ14に

入力する。これにより、ボイスコイルモータ14は回転を開始し、ヘッドを目標トラックに向けて指令速度で移動させる。ヘッド15は移動しながらサーボ領域に記録されている位置情報パターン信号BP1～BP2を読み取って出力する。位置情報パターン信号BP1～BP2の読み取り信号はサーボ信号検出部17において積分され、しかる後、各積分値PA、PBはAD変換器19によりAD変換されてデジタルサーボ制御部11に入力される。

【0009】位置信号発生部11aは(PA-PB)を位置信号xとして発生し、又、実速度信号発生部11bは(1)式の演算を行なって実速度信号Vaを発生し、演算部11fは目標速度と実速度の差である速度偏差信号Vdを出力する。スイッチ11gは速度偏差信号Vdを選択し、サーボ補償部11hは速度偏差信号Vdを用いて電流指令値を発生して出力し、以後、前述と同様の動作が繰り返されてヘッドは目標トラックに接近する。ヘッドが目標トラック上に到来すると、スイッチ11gは速度制御から位置制御に切り替え、位置信号発生部11aから出力される位置信号xを選択して出力する。サーボ補償部11hは該信号xを用いて電流指令値を演算して出力する。以上により、以後、位置信号xによる位置決め制御が行なわれ、最終的にヘッドは目標トラック上の目標位置に位置決めされる。

【0010】以上では、あたかも連続的に速度制御、位置制御が行われるように説明したが、デジタルサーボでは間欠的に上記制御が行われる。図11はかかるデジタルサーボの制御タイムチャートであり、サーボ領域に記録されているセクタマークの検出によりサーボ割込みSITが発生し、このサーボ割込みが発生する毎にDSP

あるいはMPU構成のデジタルサーボ制御部11は位置信号の検出、制御電流の算出を行って、サーボ制御（速度制御、位置制御）を実行する。

【0011】磁気ディスク装置には図12に示すようにメカ共鳴点RPが存在する。図12において、横軸は周波数を、縦軸はゲイン（位置 $x$ /アクチュエータ駆動電流 $i$ ）及び位相を示し、Gはゲイン特性、Pは位相特性である。メカ共鳴点が存在すると、アクチュエータが外力等に起因して共振周波数で振動してサーボ制御ができなくなる場合がある。このため、磁気ディスク装置の設計に際しては、メカ共鳴点の共振周波数や共振レベルを測定し、共振周波数をずらしたり、共振レベルを下げるための手段を講じる必要がある。

【0012】図13はディスクドライブ装置の位置制御特性を測定する従来の測定系ブロック図であり、図10と同一部分には同一符号を付し、又、デジタルサーボ制御部11は要部のみ示している。図中、21は位置信号出力部であり、位置信号検出部11aで検出された位置信号 $x$ を出力するもの、31は所定周波数 $f$ の外乱を発生すると共に、アクチュエータ駆動電流 $i$ と位置信号 $x$ を取り込んでサーボ系の周波数特性を解析するFFTアナライザで、外乱周波数を変化させることによりサーボループ系の周波数特性を求め、ディスプレイ画面DPLに表示すると共に、適宜印刷出力する。かかるFFTアナライザとしては、例えば、ヒューレットパッカード社製のHP3563Aがある。41は外乱をサーボループに挿入するための合成部であり、DAコンバータ12の出力信号と外乱を合成してパワーアンプ13に入力する。

#### 【0013】

【発明が解決しようとする課題】ところで、サーボ領域SVA（図8参照）の間隔は短い程サーボ制御の回数が多くなり、正確な速度、位置制御ができる。しかし、サーボ領域の間隔が短くなるとデータ領域DTAが狭くなる問題が生じる。そこで、位置制御とデータ量の兼ね合いで、サーボ領域の間隔、換言すれば、サーボ情報のサンプリング周期は185 $\mu$ sec程度となるようにしている。この185 $\mu$ secは周波数にすると5.4kHzであり、従って、図13のFFTアナライザ31はナイキスト周波数2.7kHz以下まで正確に周波数特性を測定することが出来る。しかし、メカ共鳴点は図12に示すように、通常、2.7kHz以上である。このため、従来は共振点付近の周波数特性（メカ共振周波数、共振レベル等）を正確に測定出来ない問題があった。以上から本発明の目的は、メカ共鳴点付近の周波数特性（メカ共振周波数、共振レベル等）を正確に測定することができる磁気ディスク装置及び周波数特性観測方法を提供することである。

#### 【0014】

【課題を解決するための手段】図1は本発明の原理説明図である。51はセクタST毎にサーボ領域とデータ領

域を備えた磁気ディスク、52は磁気ヘッド、53は磁気ヘッドを半径方向に移動させるボイスコイルモータ、54はサーボ信号検出部、57はDSPあるいはMPU構成のデジタルサーボ制御部、60はサーボループ系の周波数特性を測定するFFTアナライザである。磁気ディスク51にサーボ情報SV1～SVN（Nは2以上の整数で例えば2）をデータ読み/書き時の位置制御周期の $1/N$ の間隔で書き込んでおき、データ読み/書きに際して、サーボ信号SV1のみサンプリング周期 $T_1$ で読み取ってサーボ制御する。しかし、デジタルサーボ系の周波数特性測定に際して、サンプリング周期 $T_2$ （= $T_1/N$ ）で各サーボ信号SV1～SVNを読み取る。すなわち、サーボ制御部57は第1サンプリングにおけるサーボ情報SV1により基準位置からの位置信号を生成し、該位置信号によりアクチュエータ（ボイスコイルモータ）を駆動する電流指令値を演算し、該電流値によりアクチュエータを制御する処理を行い、第2～第Nサンプリングにおけるサーボ情報SV2～SVNにより前記位置信号の生成処理のみを行う。FFTアナライザ60は、所定周波数の外乱信号 $u$ をデジタルサーボ系に挿入すると共に、サンプリング周期 $T_2$ （= $T_1/N$ ）の各サーボ情報に基づいて生成した位置信号 $x$ とアクチュエータ駆動電流 $i$ をそれぞれN倍のサンプリング周波数（サンプリング周期 $T_2$ ）で取り込んでデジタルサーボ系の周波数特性を求めて出力する。

【0015】以上のように、データ読み/書き時のサーボ制御に使用するサーボ情報SV1のサンプリング周期 $T_1$ （データ読み/書き時の位置制御周期）の $1/N$ のサンプリング周期 $T_2$ （= $T_1/N$ ）でサーボ情報SV2～SVNを磁気ディスクに書き込むようにしたから、例えば $N=2$ とすれば、ナイキスト周波数が5.7kHzになり、該ナイキスト周波数5.7kHzまでの周波数特性を正確に測定でき、従来正しく測定できなかった共振点付近の周波数特性（メカ共振周波数、共振レベル等）を正確に測定でき（図12参照）、共振点周波数のシフト、共振点レベルの調整を容易に、しかも正確に行えるようになった。又、磁気ディスクのデータゾーン以外の領域（例えば最外周トラック）にのみサーボ情報をデータゾーンにおけるサンプリング周期 $T_1$ の $1/N$ の周期 $T_2$ （= $T_1/N$ ）で書き込み、周波数特性の観測に際してヘッドを最外周トラックに位置決めして周波数特性を測定する。このようにすれば、サーボ情報をN倍のサンプリング周波数（ $1/N$ のサンプリング周期）で書き込んでもデータ領域が狭くなることはない。

#### 【0016】

##### 【発明の実施の形態】

##### （A）サーボ情報の記録法

図2はサーボ情報の記録法の説明図である。なお、データ読み/書き時の位置制御周期、換言すれば、データ読み/書き時のサーボ制御のために使用するサーボ情報の

サンプリング周期 $T_1$ を通常のサンプリング周期という。51は磁気ディスクで、トラックにはサーボ情報を通常のサンプリング周期 $T_1$ の $1/N$  ( $N$ は正整数で例えば $N=2$ )のサンプリング周期 $T_2$  ( $=T_1/N=92.5\mu\text{sec}$ )で書き込んである。すなわち、各セクタ $ST$ の先頭にデータ読み/書き時に際して使用する第1のサーボ情報 $SV1$ を記録し、セクタ $ST$ の中間に新たに第2のサーボ情報 $SV2$ を記録し、サンプリング周期 $T_2$ を通常のサンプリング周期 $T_1$ の $1/2$ にしてある。各サーボ情報 $SV1$ 、 $SV2$ の間にはデータ $DT1$ 、 $DT2$ が記録される。

#### 【0017】(B) 周波数特性測定装置

図3は本発明の周波数特性測定装置のブロック図である。51a~51cは磁気ディスクであり、図2に示すように通常のサンプリング周期 $T_1$ の $1/2$ のサンプリング周期 $T_2$ で位置情報 $SV1$ 、 $SV2$ が記録されている。52a~52cは磁気ヘッド、53aはボイスコイルモータ、53bはヘッドアクチュエータ、54はサーボ信号検出部である。サーボ信号検出部54は、データの読み書き時にはサンプリング周期 $T_1$  ( $=185\mu\text{sec}$ )でヘッドから出力される信号(サーボ信号 $SV1$ )を出力するが、周波数測定モード(2倍サンプリングモード)においては、データ読み/書き時のサンプリング周期 $T_1$ の $1/N$ のサンプリング周期 $T_2$  ( $=T_1/N$ )でヘッドから出力される信号(サーボ信号 $SV1\sim SVN$ )を出力する。56はサーボ信号検出部54の出力信号をデジタル値にAD変換するAD変換器、57はDSPあるいはMPU構成のデジタルサーボ制御部、58はサーボ制御部から出力される電流指令値をアナログに変換するDAコンバータ、59はパワーアンプ、60はサーボループ系の周波数特性を測定するFFTアナライザ、61はFFTアナライザ60から出力される外乱信号 $u$ を通常時のサンプリング周波数の $N$  ( $=2$ )倍の速度でデジタルデータに変換するADコンバータ、62はホスト等の上位装置である。

【0018】デジタルサーボ制御部57は、図10のデジタルサーボ制御部11と同様に位置信号 $x$ 及び実速度 $Va$ を検出してアクチュエータを駆動する電流指令値を演算して出力するが、図3ではオントラック後の位置制御、周波数測定制御に関係する部分のみ示している。57aは位置信号検出部であり、データの読み書き時にはサンプリング周期 $T_1$ で基準位置(トラックセンター)からヘッドまでの位置偏差に応じた信号 $x$ を出力し、周波数測定モード(2倍サンプリングモード)においては、 $1/2$ のサンプリング周期 $T_2$  ( $=T_1/2$ )で位置信号 $x$ を検出して出力する。57bは位置信号 $x$ に基づいて制御電流値(アクチュエータ駆動電流)を計算して出力するサーボ補償部、57cは制御電流と外乱信号 $u$ を合成して出力する合成部、57dは位置信号 $x$ をFFTアナライザ60に出力する位置信号出力部、57eはサン

プリング時間切替部であり、周波数特性測定時にサンプリング周期 $T_2$ をデータ読み書き時のサンプリング周期 $T_1$ の $1/N$  ( $N=2$ )にするものであり、周波数測定時に上位装置からサンプリング周期の切り替えが指示される。

#### 【0019】(C) サーボ制御、位置出力のタイムチャート

図4はデータ読み書き時(通常サンプリングモード時)及び $N=2$ とした場合における周波数特性測定時(倍サンプリングモード時)におけるデジタルサーボ制御部57の動作タイムチャートである。データ読み書き時、サンプリング周波数(サンプリング周期)は通常の $f_1$  ( $T_1$ )となっており、セクタ先頭の第1サーボ領域 $SV1$ のサーボマークの読み取りのみにより、サーボ割込み $SIT1$ が発生する。このサーボ割込みが発生すると、デジタルサーボ制御部57は位置信号の検出及び出力、制御電流の計算及び出力を行って、ヘッドがトラック中心に位置するようにアクチュエータを駆動する。以後、デジタルサーボ制御部57はサーボ割込み $SIT1$ が発生する毎に上記位置制御を継続する。

【0020】一方、周波数特性測定時(倍サンプリングモード)時には、サンプリング周波数(サンプリング周期)は通常の2倍の $2\cdot f_1$  ( $T_2=T_1/2$ )となっており、セクタ先頭の第1サーボ領域 $SV1$ 及び中間の第2サーボ領域 $SV2$ のサーボマークの読み取りにより、サーボ割込み $SIT1$ 、 $SIT2$ が発生する。又、周波数特性測定時、FFTアナライザ60は所定周波数の外乱を発生し、ADコンバータ61は2倍のサンプリング周波数 $2\cdot f_1$ で外乱信号をデジタルに変換して出力する。デジタルサーボ制御部57は、セクタ先頭の第1サーボ領域 $SV1$ のサーボマークの読み取りによりサーボ割込み $SIT1$ が発生すると、位置信号の検出及び出力、制御電流の計算及び出力を行って、アクチュエータを駆動すると共に、位置信号 $x$ をFFTアナライザ60に入力する。アクチュエータは指令された電流値でヘッド位置を制御し、又、FFTアナライザ60は位置信号 $x$ 及びパワーアンプの出力である制御電流 $i$ を取り込み周波数特性測定処理を行う。

【0021】一方、セクタ中間の第2サーボ領域 $SV2$ のサーボマークの読み取りによりサーボ割込み $SIT2$ が発生した場合には、デジタルサーボ制御部57は、位置信号 $x$ の検出及び出力のみを行い、制御電流の計算及び出力は行わない。FFTアナライザ60は検出された位置信号 $x$ 及び制御電流 $i$ に基づいて周波数測定処理を実行する。以上により、所定外乱周波数の周波数特性の測定が終了すれば、以後、外乱周波数を切り替えて順次全周波数についての周波数特性を測定する。以上により、データ読み/書き時における位置制御はサンプリング周波数 $f_1$  ( $=5.4\text{kHz}$ )で行われ、一方、周波数測定はデータ読み/書き時のサンプリング周波数の倍速 $10.8\text{kHz}$ で行

われ、ナイキスト周波数がデータ読み/書き時の2倍の5.4kHzになる。この結果、5.4kHzまでの周波数特性を正確に測定することができ、従って、5.4kHz以下のメカ的共振点付近の周波数特性(メカ共振周波数、共振レベル等)を正確に測定することが可能となる。

#### 【0022】(D) デジタルサーボ制御部の処理

図5はデジタルサーボ制御部57のオントラック時の位置制御処理と周波数特性測定処理のフローである。

##### (a) 通常サンプリングモード

通常サンプリングモード時、すなわち、データの読み/書き時、第1のサーボ割込みSIT1が発生すると(ステップ100)、デジタルサーボ制御部57の位置信号検出部57aは、ADコンバータ56から出力されるサーボ信号を読み取って位置信号を生成する(ステップ101、102)。ついで、サーボ補償部57bは、位置信号に基いて制御電流を計算して記憶し(ステップ103)、合成部57cは外乱信号uを読み取り(ただし、 $u=0$ )、制御電流と外乱信号を加算してDAコンバータ58に入力する(ステップ105)。DAコンバータ58は、DA変換出力(制御電流指令値)を出力すると共に、位置信号出力部57dは位置信号xを出力する(ステップ106、107)。以後、次のサーボ割込み信号SIT1の発生を待ち(ステップ108、109)、該割込み信号の発生により上記ステップ101以降の位置制御を繰り返す。

##### 【0023】(b) 周波数測定モード(倍サンプリングモード)

周波数特性測定モードにおいて、第1のサーボ割込みSIT1が発生すると(ステップ100)、サンプリング時間切替部57eは上位装置からのサンプリング周期切替指示により、サンプリング周期をデータ読み/書き時の185.2 $\mu$ secから92.5 $\mu$ secに切り替える(ステップ101、101')。又、デジタルサーボ制御部57の位置信号検出部57aは、ADコンバータ56から出力されるサーボ信号を読み取って位置信号を生成する(ステップ102)。ついで、サーボ補償部57bは、位置信号に基いて制御電流を計算して記憶し(ステップ103)、合成部57cは外乱信号uを読み取り、制御電流と外乱信号を加算してDAコンバータ58に入力する(ステップ105)。尚、周波数測定時、FFTアナライザ60は所定周波数の外乱信号を発生し、ADコンバータ61は該外乱信号を倍サンプリング周波数でデジタルに変換して出力する。

【0024】DAコンバータ58は、制御電流と外乱信号の和をDA変換し、制御電流指令値として出力し(ステップ106)、位置信号出力部57dは位置信号xを出力する(ステップ107)。FFTアナライザ60は該位置信号xとパワーアンプ59の出力である制御電流iを倍サンプリング周期(=92.5 $\mu$ sec)で読み取って周波数特性を解析する。ついで、次のサーボ割込み信号SIT1

T2によりTask No.2が起動するようにセットし(ステップ110)、次のサーボ割込み信号SIT2の発生を待つ(ステップ109)。・・・Task No.1かかる状態において、サーボ割込み信号SIT2が発生すると(ステップ200)、デジタルサーボ制御部57の位置信号検出部57aは、ADコンバータ56から出力されるサーボ信号を読み取って位置信号を生成する(ステップ201)。ついで、合成部57cは外乱信号uを読み取り(ステップ202)、該外乱信号と記憶してある制御電流値とを加算してDAコンバータ58に入力する(ステップ203)。

【0025】DAコンバータ58は、制御電流と外乱信号の和をDA変換し、制御電流指令値として出力し(ステップ204)、位置信号出力部57dは位置信号xを出力する(ステップ205)。FFTアナライザ60は該位置信号xとパワーアンプ59の出力である制御電流iを倍サンプリング周期(=92.5 $\mu$ sec)で読み取って周波数特性を解析する。ついで、次のサーボ割込み信号SIT1によりTask No.1が起動するようにセットし(ステップ206)、次のサーボ割込み信号SIT1の発生を待つ(ステップ207)。・・・Task No.2外乱信号に対する所定周波数の周波数特性の測定が終了すれば、以後、FFTアナライザ60は外乱周波数を切り替えて上記処理により所望帯域の周波数特性を測定する。

##### 【0026】(E) 変形例

以上では、データ読み/書き時の位置制御周期 $T_1$ の1/N(例えばN=2)のサンプリング周期で全トラックにサーボ情報を記録した場合であるが、かかる方法ではデータ領域が狭くなって記憶できるデータ量が減小する。そこで、図6に示すように、磁気ディスク51のデータゾーンDTZ以外の最外周トラック51aあるいは最内周トラック51bの各セクタSTにサーボ領域SV1、SV2を設け、データ読み/書き時の位置制御周期 $T_1$ (=185 $\mu$ sec)の1/N(例えばN=2)のサンプリング周期 $T_2$ (=92.5 $\mu$ sec)でサーボ情報を書き込み、データゾーンDTZの各トラックの各セクタには1つのサーボ領域SVのみ周期 $T_1$ (=185 $\mu$ sec)でサーボ情報SVを書き込む。かかるサーボ情報記録法によりサーボ情報が記録された磁気ディスクを使用する場合には、周波数特性を測定するときのみヘッドを最外周トラックに移動し、前述の方法で周波数特性を測定する。尚、図6においてDT、DT1、DT2はデータ領域である。以上では本発明をデータ面サーボ方式に適用した場合について説明したが、本発明をサーボディスクにサーボ情報が記録されたサーボ面サーボ方式にも適用できる。また、以上では、磁気ディスク装置に本発明を適用した場合について説明したが、本発明は他のディスク装置にも適用できる。以上、本発明を実施例により説明したが、本発明は請求の範囲に記載した本発明の主旨に従い種々の変形が可能であり、本発明はこれらを排除するものではない。



い。

# 【0027】

【発明の効果】以上本発明によれば、サーボ情報をデータ読み／書き時の位置制御周期 $T_1$ の $1/N$ のサンプリング間隔で、換言すれば、 $N$ 倍のサンプリング周波数で磁気ディスクに書き込むようにしたから、例えば $N=2$ とすれば、ナイキスト周波数が5.7kHzになり、該ナイキスト周波数5.7kHzまでの周波数特性（メカ共振周波数、共振レベル等）を正確に測定でき、従来正しく測定できなかった共振点付近の周波数特性を正確に測定でき、共振点周波数のシフト、共振点レベルの調整を容易に、しかも正確に行えるようになった。又、本発明によれば、データゾーン以外の最外周トラックあるいは最内周トラックに $N$ 倍のサンプリング周波数でサーボ情報を記録するように構成したから、ナイキスト周波数を高めることができるにもかかわらず、磁気ディスクのデータ記憶量を減少しないようにできる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明原理説明図である。

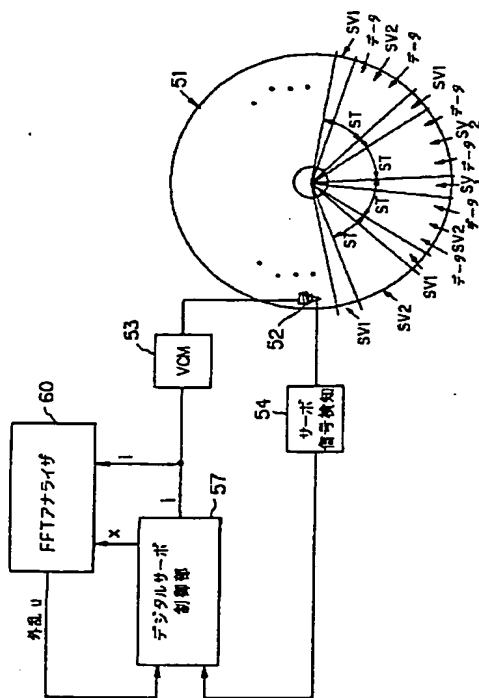
【図2】サーボ情報の記録法説明図である。

【図3】本発明の周波数測定装置の構成図である。

【図4】本発明のサーボ制御、位置信号出力のタイムチャートである。

【図1】

本発明の原理説明図



ャートである。

【図5】2倍サンプリング時の処理フローである。

【図6】サーボ情報記録法の変形例説明図である。

【図7】磁気ディスク装置の構成図である。

【図8】セクタの構成図である。

【図9】従来の位置情報パターンとサーボ出力信号の説明図である。

【図10】セクタサーボ式のサーボ構成図である。

【図11】従来のサーボ制御のタイムチャートである。

10 【図12】磁気ディスク装置の周波数特性図である。

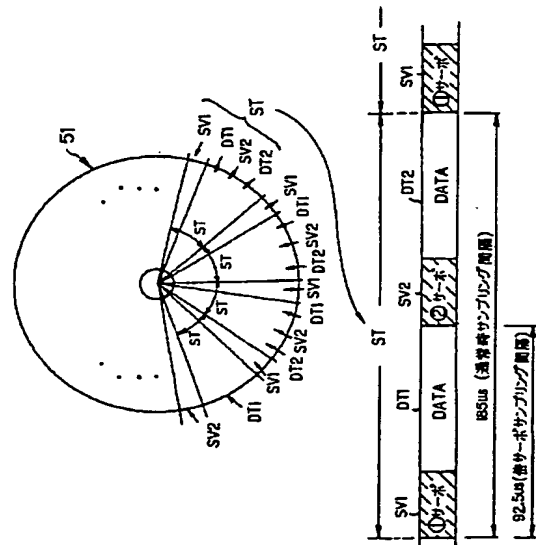
【図13】従来のディスクドライブ装置の位置制御特性の測定系のブロック図である。

## 【符号の説明】

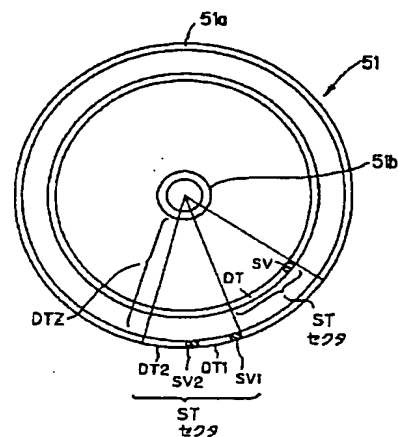
- 51・・・磁気ディスク
- 52・・・磁気ヘッド
- 53・・・ボイスコイルモータ
- 54・・・サーボ信号発生部
- 57・・・デジタルサーボ制御部
- 60・・・FFTアナライザ
- 20 ST・・・セクタ
- SV1、SV2・・・サーボ領域
- DT1、DT2・・・データ領域

【図2】

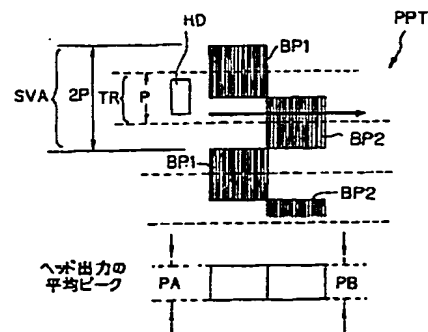
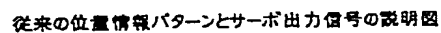
サーボ情報の記録法説明図



【図 6】

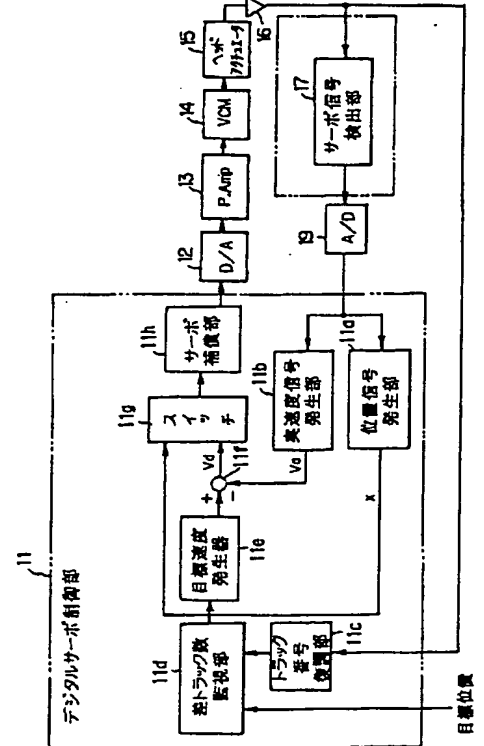


【图9】

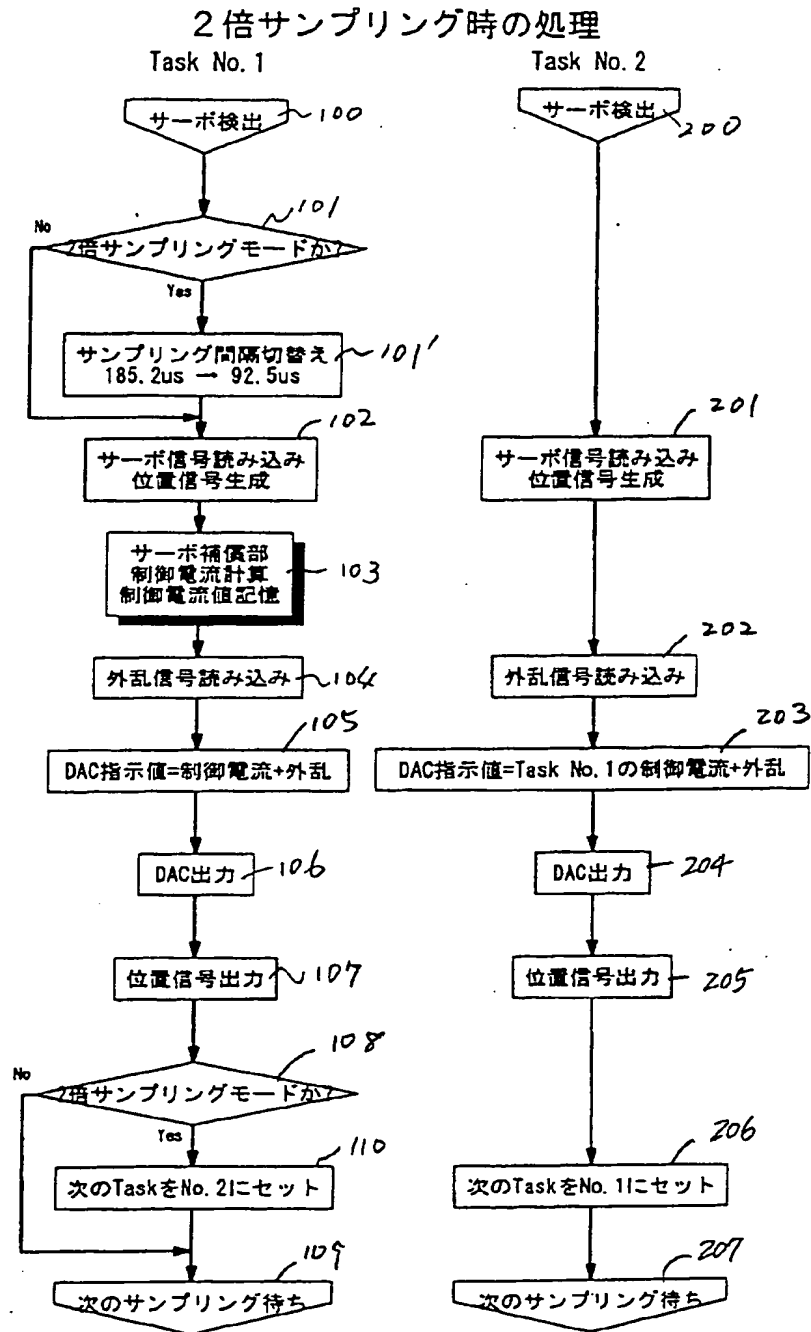


【図 10】

### セクタサーボ方式のサーボ構成図

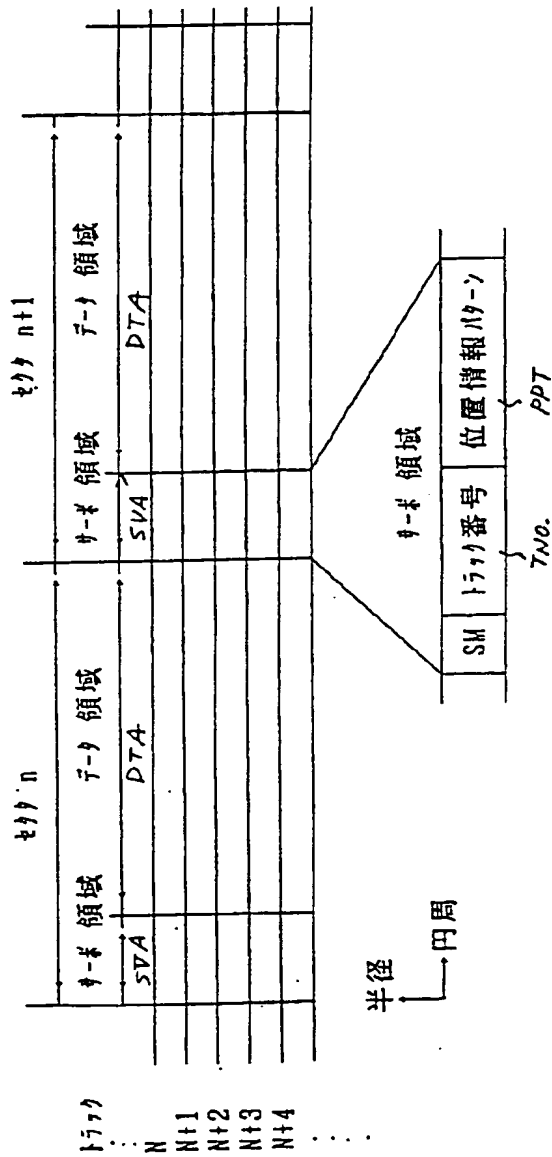


【図5】



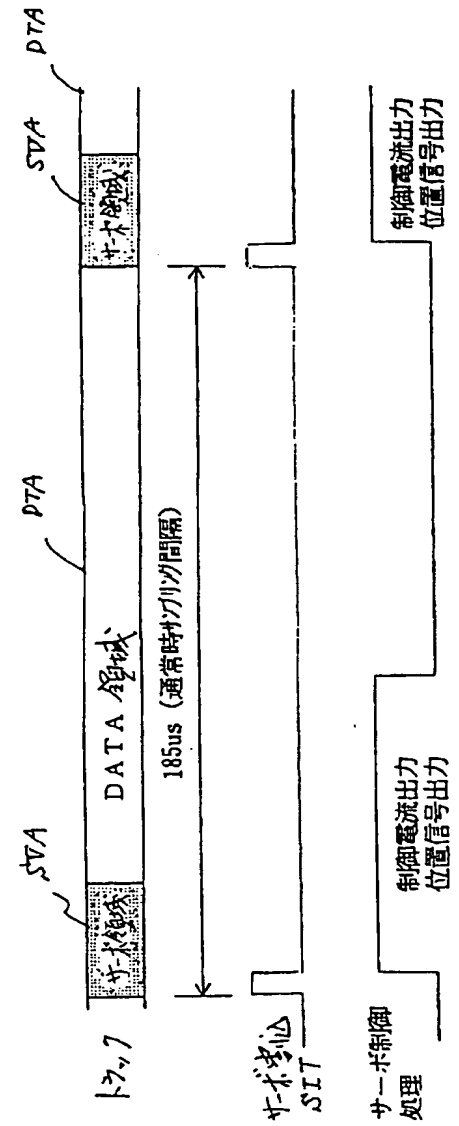
【図8】

## セクタの構成図



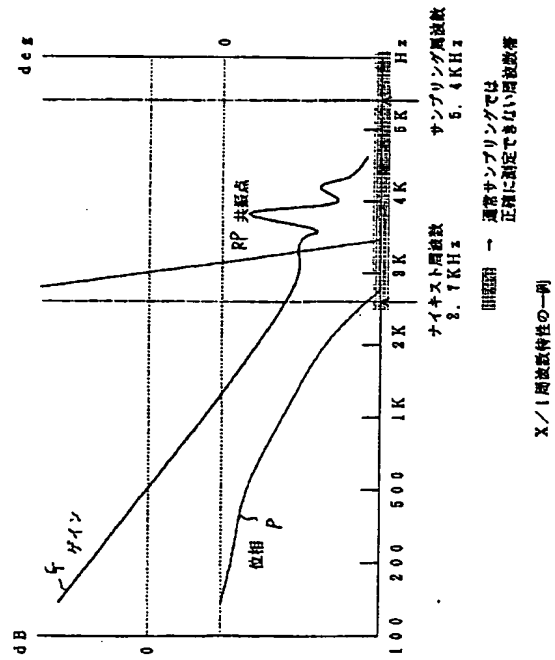
【図11】

## デジタルサボの制御タイムチャート



【図12】

磁気ディスク装置の周波特性



【図13】

従来のディスクドライブ装置の位置制御特性の測定系ブロック図

